



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

21 Aktenzeichen: P 37 42 098.4
22 Anmeldetag: 11. 12. 87
43 Offenlegungstag: 23. 6. 88

DE 37 42 098 A1

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)
 12.12.86 JP P 61-294826

71 Anmelder:
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP; Hitachi Computer Peripherals Co., Ltd., Odawara, Kanagawa, JP

74 Vertreter:
Beetz sen., R., Dipl.-Ing.; Beetz jun., R., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Timpe, W., Dr.-Ing.; Siegfried, J., Dipl.-Ing.;
Schmitt-Furnian, W., Privatdozent, Dipl.-Chem.
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

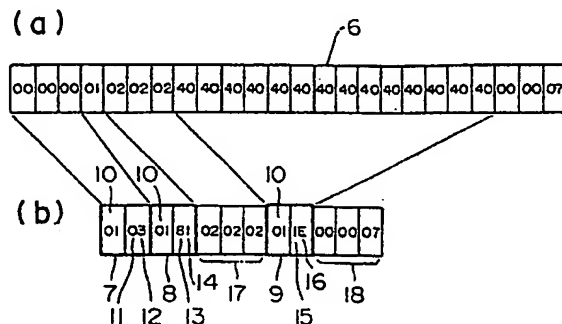
(72) Erfinder:
Tsukiyama, Tokuhiro; Yashiki, Hiroshi, Kanagawa,
JP; Hirose, Osamu, Odawara, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur Kompression und Rekonstruktion von Daten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kompression und Rekonstruktion einer auf einem Aufzeichnungsmedium, beispielsweise einem Magnetband, aufzuzeichnenden oder davon wiederzugebenden Datenfolge. Dabei werden die Typen komprimierbarer Daten entsprechend der Auftrettsfrequenz aufeinanderfolgender identischer Datenblöcke beschränkt. Dadurch wird die Anzahl der zur Darstellung der Kompressionsobjektdaten nötigen Bits reduziert. Solche aufeinanderfolgenden miteinander identischen Datenblöcke werden der Kompression nur dann unterworfen, wenn ihre Anzahl unterhalb einer bestimmten Höchstbytezahl liegt, wodurch die Anzahl der zur Angabe der Bytezahl aufeinanderfolgender Datenblöcke nötigen Bits reduziert wird. Solche komprimierbaren Datenblöcke werden in ihrem Wert und ihrer Anzahl gemäß einem vorgegebenen Kompressionsverfahren in einen komprimierten Datenblock (11, 12, 13, 14, 15, 16) komprimiert und an dessen Kopf oder an dessen Ende eine Kompressionsmarke (10) hinzugefügt. Die Kompressionsmarke (10) gibt an, daß die nachfolgenden bzw. vorangehenden Daten komprimierte Datenblöcke darstellen. Die nach dem Kompressionsverfahren nicht komprimierbaren Datenblöcke werden unverändert übertragen. Bei der Rekonstruktion wird auf eine erfaßte Kompressionsmarke (10) hin der komprimierte Datenblock decodiert und daraus die ursprünglichen aufeinanderfolgenden identischen Datenblöcke rekonstruiert.

FIG. 6



Patentansprüche

1. Verfahren zur Kompression einer Eingangsdatenfolge, die Teile mit mehreren aufeinanderfolgenden identischen Datenblöcken aufweist und sich aus Datenblöcken mehrerer Typen zusammensetzt, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- vorherige Auswahl derjenigen Typen unter den Datenblöcken aus der Eingangsdatenfolge, die wiederholt und aufeinanderfolgend mit hoher Auftretsfrequenz erscheinen;
- Bereitstellen, falls geeignete Datenblöcke der gewählten Typen aufeinanderfolgend in bestimmter Mindestzahl und vorgegebener Maximalzahl enthalten sind, von komprimierten Datenblöcken (1, 2; 1', 2'), die die Datenblöcke der gewählten Typen in der Eingangsdatenfolge darstellen sowie einer Zahl, die die Anzahl aufeinanderfolgender Blöcke angibt in Übereinstimmung mit einer vorgegebenen Kompressionsmethode;
- Hinzufügen einer Kompressionsmarke (3; 3'), welche angibt, daß die Kompression durchgeführt wurde, entweder am Kopf oder am Ende des Datenblocks unter Erzeugung eines Kompressionsinformationsblocks (4; 4'); und
- Verbindung eines Datenblocks (5) mit unkomprimierten Datenblöcken mit dem komprimierten Block unter Bildung einer komprimierten Ausgangsdatenfolge (Fig. 6(b)).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Kompressionsmethode mehrere Kompressionsmethoden umfaßt und der Kompressionsmarkendatenblock mehrere Kompressionsmarkenblocktypen (3; 3') umfaßt, die die verschiedenen jeweils angewendeten Kompressionsmethoden kennzeichnen.

3. Vorrichtung zur Kompression einer Eingangsdatenfolge, die aufeinanderfolgende Teile mehrerer aufeinanderfolgender untereinander identischer Datenblöcke aufweist und aus einer Kombination mehrerer Datenblocktypen gebildet ist, gekennzeichnet durch

- eine Kompressionseinrichtung (20–25), welche Datenblöcke aufeinanderfolgender identischer Teile in Übereinstimmung mit einem vorbestimmten Kompressionsformat codiert, falls die aufeinanderfolgenden Teile aus zuvor unter den mehreren Datenblocktypen ausgewählten Typen in bestimmter Anzahl und aufeinanderfolgend und wiederholt mit hoher Auftretsfrequenz erscheinen;
- eine Zählleinrichtung, die die Anzahl der die aufeinanderfolgenden Teile bildenden Datenblöcke innerhalb eines bestimmten Maximalzählbereichs zählt und diesen Zählwert codiert;
- eine Mustergeneratoreinrichtung (26), die eine Kompressionsmarke erzeugt, die die Anwesenheit der codierten Datenblöcke und der codierten Anzahl angibt; und
- eine Steuer- und Wählschaltung (24, 27), die aus den codierten Datenblöcken bestehende Kompressionsinformationsdaten, die codierte Anzahl und die Kompressionsmarke mit einer

Eingangsdatenfolge, die in anderer Weise als die aufeinanderfolgenden Teile komprimiert wurden, verbindet und dadurch eine komprimierte Ausgangsdatenfolge erzeugt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß sie weiterhin Einrichtungen (100, 101, 102, 103) aufweist, die die Kompressionseinrichtung, die Codiereinrichtung, die Mustergeneratoreinrichtung und die Wähleinrichtung so steuern, daß sie ein von dem vorbestimmten Kompressionsformat im Maximalwert der Anzahl aufeinanderfolgender Datenblöcke und der Kompressionsmarke unterschiedliches Kompressionsformat erzeugen und dadurch die Eingangsdatenfolge durch eine Kombination der verschiedenen Kompressionsformate in eine komprimierte Ausgangsdatenfolge umsetzen.

5. Verfahren zur Rekonstruktion einer Datenfolge, die durch das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2 komprimiert ist, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- sequentielles Auslesen der komprimierten Datenfolge in Vorwärts- oder Rückwärtsrichtung;
- Rekonstruktion des komprimierten Informationsblocks nach Erfassung der Kompressionsmarke an seinem Kopf oder Ende, abhängig von der Richtung, in der die komprimierte Datenfolge gelesen wurde, zu dem vor der Kompression vorliegenden unkomprimierten Datenblock und Ausgabe des rekonstruierten Datenblocks;
- direkte Ausgabe der ausgelesenen Datenfolge, wenn die Kompressionsmarke nicht erfaßt wurde.

6. Vorrichtung zur Kompression und Rekonstruktion einer Eingangsdatenfolge, die aufeinanderfolgende Teile mehrerer untereinander identischer aufeinanderfolgender Datenblöcke enthält und aus einer Kombination von Datenblöcken mehrerer Typen gebildet ist, mit einer Kompressionseinheit und einer Rekonstruktionseinheit, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompressionseinheit aufweist:

- eine Kompressionseinrichtung (20–25), welche Datenblöcke aufeinanderfolgender identischer Teile in Übereinstimmung mit einem vorbestimmten Kompressionsformat codiert, falls die aufeinanderfolgenden Teile aus zuvor unter den mehreren Datenblocktypen ausgewählten Typen bestehen und in bestimmter Anzahl und aufeinanderfolgend und wiederholt mit hoher Auftretsfrequenz erscheinen;
- eine Zählleinrichtung, die die Anzahl der die aufeinanderfolgenden Teile bildenden Datenblöcke innerhalb eines bestimmten Maximalzählbereichs zählt und diesen Zählwert codiert;
- eine Mustergeneratoreinrichtung (26), die eine Kompressionsmarke erzeugt, die die Anwesenheit der codierten Datenblöcke und der codierten Anzahl angibt; und
- eine Steuer- und Wählschaltung (24, 27), die aus den codierten Datenblöcken bestehende

Kompressionsinformationsdaten, die codierte Anzahl und die Kompressionsmarke mit einer unkomprimierten Eingangsdatenfolge, die sich von den Folgen aufeinanderfolgender Teile unterscheidet, verbindet und dadurch eine komprimierte Ausgangsdatenfolge erzeugt;

die Rekonstruktionseinheit aufweist:

- eine Einrichtung (60) zum Auslesen der Ausgangsdatenfolge;
- eine Einrichtung (61), die in der ausgelesenen Ausgangsdatenfolge die Kompressionsmarke erfaßt;
- eine Decodiereinrichtung (63, 65), die die codierten Datenblöcke am Kopf oder am Ende der Kompressionsmarke, sobald diese erfaßt wurde, decodiert und die decodierten Datenblöcke aufeinanderfolgend in der durch die codierte Anzahl aufeinanderfolgender Daten angegebenen Anzahl ausgibt; und
- eine Wählschaltung (66), die auf die Erfassung der Kompressionsmarke die von der Decodiereinrichtung (63, 65) ausgegebene decodierte Datenfolge oder andernfalls, wenn die Kompressionsmarke nicht erfaßt wurde, die ausgelesene Datenfolge direkt wählt und ausgibt.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kompression und Rekonstruktion von Daten, die sich bei aufeinanderfolgenden Dateneinheiten, wie sie beispielsweise bei Aufzeichnung und Wiedergabe von Daten in Magnetbandspeichern auftreten, eignen und ein Einschreiben der Daten in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung auf dem Aufzeichnungsmedium gestatten.

Aus der US-PS 45 86 027 ist ein Datenkompressionsverfahren für eine Magnetbandspeichereinheit bekannt, das eine Datenkompression unter der Verwendung von 4-Byte Dictionary-Daten bei Wiederholung der selben Daten über 5 Bytes oder mehr ausführt. Bei diesem Verfahren werden die Dictionary-Daten aus einem Wert, der die Distanz zwischen dem vorangehenden Dictionary-Datum und dem laufenden Dictionary-Datum angibt, der Anzahl aufeinanderfolgender Daten und einem Wert, der die Distanz zum nächsten Dictionary-Datum angibt, gebildet. Dieses bekannte Verfahren betrachtet jedoch Fälle von sich über 4 Bytes oder weniger wiederholenden Daten in den Eingabedaten nicht. Die Auftrittshäufigkeit von sich über 4 Bytes oder weniger wiederholenden Daten ist um den Faktor 4 bis 20 höher als die Auftrittshäufigkeit der Wiederholung über 5 Bytes oder mehr und ihre Gesamtauftrittshäufigkeit liegt um 10%. Dadurch ergibt sich die Erkenntnis, daß sich durch deren Kompression der Kompressionsfaktor erhöhen läßt. Eine Schwierigkeit liegt darin, daß beim Auftreten auch nur eines Fehlers in den Dictionary-Daten während des Rekonstruktionsvorganges die Rekonstruktion aufeinanderfolgender Daten nicht sichergestellt ist.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kompression und Rekonstruktion von Daten unter Erhöhung des Kompressionsfaktors zu ermöglichen. Dabei sollen gemäß der Erfindung auch beim Vorliegen fehlerhafter komprimierter

Information (Dictionary-Information) Daten, die der fehlerhaften komprimierten Information folgen, richtig rekonstruiert werden können.

Die Lösung der obigen Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die in den Ansprüchen angegebenen Merkmale.

Da es bei zu komprimierenden digitalen Computerdaten nur eine begrenzte Anzahl von sich über 2 Bytes oder mehr mit hoher Auftrittshäufigkeit wiederholenden Datentypen gibt, beschränkt sich die Anzahl der zu komprimierenden Datentypen. Die zu komprimierenden Daten werden codiert, wodurch sich die Anzahl der zur Darstellung der zu komprimierenden Daten nötigen Bits verringert. Weiterhin werden nur Daten, die sich in einer bestimmten Anzahl von Bytes wiederholen, der Kompression unterworfen, weil in den meisten Fällen die Anzahl der Bytes sich mit hoher Auftrittshäufigkeit wiederholender Daten in einem bestimmten Bereich liegt. Dadurch läßt sich die zur Darstellung der Bytezahl aufeinanderfolgender Daten nötige Anzahl von Bits reduzieren. Der Kompressionsfaktor wird nämlich durch Verringern der Typenzahl zur Darstellung des Typus und der Anzahl sich wiederholender Daten gesteigert. Dieses Verfahren wird nachfolgend erstes Kompressionsverfahren genannt.

Wenn die Bytezahl sich wiederholender Daten größer als ein bestimmter Wert wird oder wenn Daten anderer Datentypen, die nicht in den eingeschränkten Kompressionsdaten enthalten sind, mit hoher Auftrittshäufigkeit erscheinen, läßt sich der Kompressionsfaktor durch Erhöhung der Anzahl der Bytes zur Darstellung des Typus der Objektdaten in den Dictionary-Daten und der Bitzahl oder Bytezahl zur Darstellung der Anzahl aufeinanderfolgender Datenbytes steigern. Dieses Verfahren wird im folgenden zweites Kompressionsverfahren genannt.

Zudem wird Information (Kompressionsmarke), die das erste oder zweite Kompressionsverfahren angibt, entweder dem Kopf oder dem Ende der komprimierten Daten hinzugefügt. Die Kompressionsinformation ist jeweils in den Einheiten der Kompressionsmarke unabhängig voneinander, weshalb, auch wenn falsche Kompressionsinformation während der Datenrekonstruktion auftritt, die folgende Datenreproduktion durch die Erfassung der Kompressionsinformation, die auf der einzelnen Kompressionsmarke beruht, die also nicht von anderer Kompressionsinformation beeinflusst ist, möglich ist.

Die Erfindung wird im folgenden in Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

Die Fig. 1 und 2 Diagramme, die veranschaulichen, wie die Auftrittshäufigkeit zu komprimierender Objektdaten von der Anzahl aufeinanderfolgender Bytes und vom Datentypus abhängt;

die Fig. 3 bis 5 Diagramme zur Erläuterung eines Aufzeichnungsformats komprimierter Daten auf einem magnetischen Aufzeichnungsmedium;

Fig. 6 ein Diagramm, das das Aufzeichnungsdatenformat auf dem Magnetband vor und nach der Kompression veranschaulicht;

Fig. 7 ein Diagramm, das die Bedingung der Datenkompression darstellt;

Fig. 8 ein Blockschaltbild einer Ausführungsart einer erfindungsgemäßen Datenkompressionsschaltung;

Fig. 9 ein Blockschaltbild eines weiteren Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Datenkompressionsschaltung; und

Fig. 10 ein Blockschaltbild einer Datenrekonstruktionsschaltung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Bevor nun die Erfindung anhand ihrer Ausführungsbeispiele beschrieben wird, wird das der Erfindung zugrundeliegende Prinzip erläutert. Bei Computerdaten sind häufig vorkommende Zeichen und spezielle Symbole in einem bestimmten Variationsbereich beschränkt, und ihre Auftrittshäufigkeit bei aufeinanderfolgender Wiederholung ist umgekehrt proportional zur Anzahl der Wiederholung. Fig. 1 stellt die prozentuale Auftrittshäufigkeit über der Anzahl der Bytes aufeinanderfolgender Daten dar. Fig. 2 zeigt ein Beispiel der Auftrittshäufigkeit für in unterschiedlichen kommerziellen Bereichen verwendete und häufig auftretende Daten auf Magnetbändern. In Computerdaten verläuft die Auftrittshäufigkeit abhängig von der Anzahl der Bytes etwa umgekehrt proportional zu der Anzahl aufeinanderfolgender Bytes gemäß Fig. 1, und gemäß Fig. 2 treten bestimmte Datentypen häufiger auf. Die vorliegende Erfindung beruht auf dieser Erkenntnis und wählt beispielsweise 4 von 16 häufig auftretenden Daten. Die Länge zur Darstellung der Anzahl aufeinanderfolgender Bytes wird auf 4 Bits festgelegt, weil die Anzahl aufeinanderfolgender Bytes häufig kleiner als 10 ist. Mit diesem Kompressionsschema lassen sich über 16 Bytes aufeinanderfolgende Daten oder weniger zu einem Byte komprimieren. Zusätzlich ist in den komprimierten Daten ebenfalls eine Information in Form der Kompressionsmarke, die das oben genannte erste oder zweite Kompressionsverfahren unterscheidet, enthalten. Diese Marke wird zur Angabe der Position der Kompressionsinformation beim Datenrekonstruktionsvorgang verwendet. Die Kompressionsmarke wird entweder am Kopf oder am Ende der komprimierten Daten angefügt.

Mit diesem Verfahren lassen sich auf der Basis der erfaßten Kompressionsmarke Daten in Vorwärts- und Rückwärtsaufrichtung des Aufzeichnungsmediums rekonstruieren.

Im folgenden werden Ausführungsarten der Erfindung anhand der Zeichnung beschrieben.

Fig. 3 zeigt das Datenformat nach einem Kompressionsvorgang gemäß einer Ausführungsart der Erfindung. Das Format besteht aus einer Kombination unkomprimierter Daten 5 und Kompressionsinformation (Dictionary-Information). Die Kompressionsinformation 4 enthält einen Kompressionsdatencode (4 Bits) nach der Kompression, einen Zählgwert 2 (4 Bits), der die Anzahl kontinuierlich aufeinanderfolgender Datenblöcke, die komprimiert sind, angibt und eine Kompressionsmarke 3 (1 Byte), die den Kompressionsmodus der komprimierten Daten darstellt, insgesamt also zwei Bytes. Fig. 4 zeigt ein weiteres Beispiel von Kompressionsinformation 4', bei der die jeweils entsprechenden Teile der obigen Information (Kompressionsdatencode 1', Zählgwert 2' und Kompressionscode 3') jeweils durch 1 Byte dargestellt sind, insgesamt also 3 Bytes. Gemäß Fig. 5 können die in Fig. 3 und Fig. 4 gezeigten Kompressionsinformationsarten 4 und 4' bei der Aufzeichnung gemischt werden.

Fig. 6 zeigt ein Datenkompressionsbeispiel unter Verwendung des in Fig. 3 dargestellten Datenformats. Die vor der Kompression vorliegenden Daten sind mit (a) bezeichnet, und die nach der Kompression vorliegenden Daten sind mit (b) bezeichnet. Die Daten (a) bestehen aus einer Vielzahl von 1-Byte-Datenblöcken, beispielsweise "00", "01", "02" und dergleichen. Fig. 7 zeigt die Bedingung der Datenkompression. Die dargestellte

Bedingungstabelle beruht auf der Annahme, daß der Kompressionsdatencode 14 Bits, der Kompressionsdatenzählgwert ebenfalls 4 Bits, so daß letzterer insgesamt 15 Bytes darstellen kann, und die Kompressionsmarke den Datenwert "01" haben.

Die in den Quelldaten 6 enthaltenen komprimierbaren Datenblöcke sind die Kompressionsobjektdaten in der in Fig. 7 dargestellten Tabelle im Falle solche Kompressionsobjektdatenblöcke mindestens 3 Byte lang kontinuierlich auftreten. (Daten, die den selben Wert "01" wie die Kompressionsmarke haben, werden, auch wenn sie nur 1 Byte lang sind, zur Erzeugung eines Dictionary-Musters zugelassen, und in einen davon verschiedenen Datenwert umgesetzt, damit die Daten nach der Kompression von der Kompressionsmarke unterscheidbar sind.) Entsprechend werden aus den führenden 3 Bytes mit dem Wert "00" und den folgenden Daten mit dem Wert "01" und den 14 Bytes mit dem Wert "40" komprimierte Dictionary-Muster erzeugt. Die Kompressionsmarke 10 des Dictionary-Musters 7 hat den Wert "01", und der Kompressionsdatencode (d.h. der die zu komprimierenden Daten darstellende Code) 11 ist "0" (HEX), wie er sich aus Fig. 7 ergibt. Der Kompressionsdatenzählgwert 12 wird "3", und stellt 3 Byte "00" dar, woraus sich das 1-Byte-Datum "03" ergibt. Danach wird das "01"-Datum, da es mit der Kompressionsmarke identisch ist, in "8" für den Kompressionsdatencode 13 gemäß Fig. 7 umgesetzt, wie dies in Fig. 6 (b) durch das Dictionary-Muster 8 dargestellt ist, und der Kompressionsdatenzählgwert 14 wird "1" wegen seines 1-Byte-Quelldatums, woraus sich das in Fig. 6 (b) gezeigte 1-Byte-Datum "81" ergibt. Dann werden 3 Bytes nicht komprimierbarer Daten 02, 02, 02 aufgezeichnet und das folgende Dictionary-Muster 9 erzeugt. Die Information "1" des Kompressionsdatencodes 15 und die Information "E" des Kompressionsdatenzählgwerts 2 werden in der zuvor beschriebenen Weise aufgezeichnet. Die folgenden, nicht komprimierbaren Daten "00", "00" und "07" werden unkomprimiert aufgezeichnet. Durch die vorangehend beschriebene Prozedur läßt sich das in Fig. 6(b) gezeigte Kompressionsformat gemäß Fig. 3 erzielen. Auch in den in den Fig. 4 und 5 dargestellten Kompressionsformaten lassen sich in derselben Weise komprimierte Daten erzeugen.

Nun wird ein Verfahren zum Rekonstruieren von Daten nach dem Auslesen der in Fig. 6(b) dargestellten komprimierten Daten in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung beschrieben. Vorwärtslesen erfolgt in der Reihenfolge Kompressionsmarke/Kompressionsinformation, wohingegen Rückwärtslesen in der Reihenfolge Kompressionsinformation-Kompressionscode erfolgt. Zuerst wird eine Ausführungsart des Datenrekonstruktionsverfahrens beim Vorwärtsauslesen beschrieben. Der erste ausgelesene Datenwert "01" wird als Kompressionsmarke erkannt, und deshalb ist auch gewiß, daß das nächste Byte Kompressionsinformation enthält. Wenn diese Kompressionsinformation gelesen wurde, ergibt sich der Kompressionsdatencode 11 zu "0", was sich aus der in umgekehrter Richtung erfolgenden Datenumsetzung gemäß der Tabelle in Fig. 7 ergibt, weil die komprimierten Objektdaten "00" und gleichzeitig der Kompressionsdatenbytezählgwert "3" waren, wobei sich aus letzterem ergibt, daß 3 Bytes komprimierter Daten vorhanden sind. Entsprechend können 3 aufeinanderfolgende Datenbytes mit dem Wert "00" aus den ersten zwei Bytes rekonstruiert werden. Auf diese Weise werden immer auf die Erfassung der Kompressionsmarke hin Daten, beispielsweise die Quelldaten 6 re-

konstruiert.

Nun wird eine Ausführungsart des Datenrekonstruktionsverfahrens beim Auslesen der komprimierten Daten gemäß Fig. 6 (b) in umgekehrter Richtung beschrieben. Bei jedem in umgekehrter Richtung ausgelesenen Datenstück wird geprüft, ob die Kompressionsmarke vorhanden ist, und gleichzeitig wird Dictionary-Muster-Information in einem Register zwischengespeichert. In umgekehrter Leserichtung werden nämlich Datenwerte "07", "00", "00", "1E" und "01" ausgelesen und, sobald die Kompressionsmarke 9 mit dem Wert "01" erfaßt ist, steht fest, daß das vorangehend ausgelesene Byte Kompressionsinformation ist. Für die in dem Register zwischengespeicherte Kompressionsinformation "1E" wird mittels der Tabelle in Fig. 7 bestimmt, daß der Wert "1" des Kompressionsdatencodes 15 ergibt. Aus dem Wert "E" des Kompressionsdatenzählwerts 16 ergibt sich, daß 14 Bytes aufeinanderfolgender Daten komprimiert wurden. Folglich werden die Quelldaten "07", "00", "00", "40", "40"... auch beim Lesen in Gegenrichtung rekonstruiert.

Bei der Rekonstruktion der in den Fig. 4 und 5 dargestellten Formate wird die Anordnung der Kompressionsinformation jeweils auf der Basis der Kompressionsmarken 4 und 4' erkannt, wodurch die Datenrekonstruktion wie im vorangehenden Fall möglich ist.

Fig. 8 zeigt als Blockschaltbild ein Ausführungsbeispiel einer Datenkompressionsschaltung zur Durchführung der erfindungsgemäßen Datenkompression und Rekonstruktion. Diese Datenkompressionsschaltung erzeugt Kompressionsinformation 4 (d.h. 7, 8, 9 usw., z.B. gemäß Fig. 6(b)) aus in Fig. 6(a) dargestellten Daten. Dieses Beispiel verwendet 2-Byte-Dictionary-Muster 4. In Fig. 8 werden Daten seriell von einer (nicht gezeigten) übergeordneten Einheit, beispielsweise einer Magnetbandeinheit, übertragen. Eine in Fig. 8 gezeigte Eingangspufferschaltung 20 besteht aus dreistufigen Pufferspeichern (die Stufenzahl des Puffers ergibt sich aus einem Wert n , der zuvor gesetzt wurde und angibt, daß mindestens n Bytes aufeinanderfolgender Daten zu komprimieren sind). Der Puffer 20 speichert zeitweilig die Daten, bis entschieden ist, ob die Eingangsdaten zu komprimieren sind. Eine Datenvergleicherschaltung 21 prüft, ob die in der Eingangspufferschaltung 20 zwischengespeicherten und übertragenen Daten gleichen Wert haben. Jedes übertragene Datenbyte erzeugt, sobald es im Eingangspuffer 20 gespeichert ist, ein Ausgangssignal (CMP 12) auf der Signalleitung 30, falls die ersten und zweiten Bytes der Daten in der Eingangspufferschaltung 20 übereinstimmen, was von der Vergleicherschaltung 21 geprüft wird. Jedes Datenbyte erzeugt ein Ausgangssignal (CMP 23) auf der Signalleitung 31, falls das zweite und dritte Byte der Daten übereinstimmen. Ein Kompressionsdatendiskriminator 23 liest in der Eingangspufferschaltung 20 zwischengespeicherte Information über den Bus 32 als drittes Byte des Eingangspuffers 20 aus und prüft auf ein Zeitsteuersignal hin, daß das Auslesen der nächsten übertragenen Daten angibt, ob das dritte Byte ein Teil der Kompressionsobjektdaten ist. Falls Daten zu komprimieren sind, gibt die Schaltung 23 über die Signalleitung 35 ein Signal ab, daß das dritte Byte ein Teil der Kompressionsobjektdaten darstellt. In diesem Fall teilt, falls die Daten einen mit der Kompressionsmarke gleichen Wert haben, die Schaltung 23 diese Information über die Signalleitung 35 mit. Eine Kompressionsdatencodierschaltung 22 gewinnt im zweiten Byte des Eingangspuffers 20 gehaltene Information über den Bus 33 zum Zeitpunkt eines von

einer Kompressionssteuerschaltung 24 über eine Steuerleitung 36 ausgegebenen Signals und erzeugt den Kompressionsdatencode 1, der die Kompressionsinformation ist. Der Kompressionsdatencode 1, den die Kompressionsdatencodierschaltung 22 erzeugt und auf den Bus 37 gelegt hat, wird mit dem Zählwert eines Kompressionsdatenzählers 25 gemischt, der die Bytezahl von 3 Bytes oder mehr sich wiederholender Daten zählt, und als 1-Byte-Kompressionsinformation an eine Wählschaltung 27 gesendet. Ein Mustergenerator 26 gibt kontinuierlich die Kompressionsmarke über den Bus 40 aus. Falls Daten, die mit der Kompressionsmarke 1 identisch sind, 1 Byte haben, wird 1-Byte-Kompressionsinformation, die aus dem Kompressionsdatencode 1, der durch Codierung der obigen Daten erzeugt wird und aus dem Kompressionsdatenzählwert 2 besteht, kontinuierlich über den Bus 41 ausgegeben. Falls dagegen mit der Kompressionsmarke gleiche Daten 2 Bytes umfassen, wird 1-Byte-Kompressionsinformation, die aus dem Kompressionsdatencode 1 und dem Kompressionsdatenzählwert 2 besteht, kontinuierlich über den Bus 42 ausgegeben. Die Wählschaltung 27 gibt auf die Busleitung 43 wahlweise am Eingang 2 über den Bus 40 empfangene nicht-komprimierbare Daten 5 betreffende Information, an ihrem Eingang 2 über den Bus 40 empfangene Information über die Kompressionsmarke 3, an ihrem Eingang 0 vom Bus 37 und vom Bus 38 empfangene Kompressionsinformation für Kompressionsdaten von 3 Bytes oder mehr oder Kompressionsinformation, die sie an ihrem Eingang 3 vom Bus 41 oder an ihrem Eingang 4 vom Bus 42, wenn die mit der Kompressionsmarke übereinstimmenden Daten 2 Bytes oder weniger umfassen, aus, wodurch sie komprimierte Daten in dem in Fig. 3 dargestellten Kompressionsformat erzeugt. Die Kompressionssteuerschaltung 24 bildet eine Folgesteuerschaltung und formt komprimierte Daten aus den übertragenen Daten.

Die übertragenen Daten werden im Eingangspuffer 20 zeitlich gesteuert durch ein Datenübertragungssignal 50 eingespeichert. Gleichzeitig prüft die Datenvergleicherschaltung 21 kontinuierlich die Kontinuität der Daten (d.h. die Wiederholung der selben Daten), so daß der Zustand der Eingangspufferschaltung 20 von der über die Signalleitungen 30 und 31 gelieferten Information erhältlich ist. Die im Eingangspuffer 20 gespeicherten Daten werden aufgrund der Zustände auf den Signalleitungen 30 und 31 und der Ausgangssignale 34 und 35 des Kompressionsdatendiskriminators 23 daraufhin geprüft, ob die Daten auf dem Bus 39 zu komprimieren sind, wenn die Anzahl des Auftretts von auf der Signalleitung 45 liegenden Signalen, die das den Zeitpunkt übertragener Daten angegebende Signal führen, von 1 Byte bis 3 Bytes gezählt wurden. Dies wird durch die Information 44 der Kompressionssteuerschaltung 24 angegeben. Falls das Signal 35 nicht ausgegeben wird, wählt das Wählsignal 54 den Eingang 1 der Wählschaltung 27, um die nicht komprimierten Daten auf dem Bus 39 zum Übertragungszeitpunkt der Leitung 51 unabhängig von den Zuständen der Signalleitungen 30 und 31 zu senden. Wenn das Signal 35 ausgegeben wird, stellt die Kompressionssteuerschaltung 24 zuerst bei ausgeschaltetem Signal 34 den Kompressionsdatenzähler 25 auf den Wert 3 in Übereinstimmung mit dem Ladesignal des Signals 56 ein und speichert nachfolgend Daten des vierten Bytes der Eingangspufferschaltung 20 zum Zeitpunkt des Signals 45, um die übertragenen Daten zu komprimieren. Gleichzeitig wählt die Kompressionssteuerschaltung 24 am Eingang 2 der Wählschaltung 27

anliegende Information der Kompressionsmarke nach Maßgabe des Wählsignals 54 und sendet die Kompressionsmarke auf den Bus 40 zum Zeitpunkt des Signals 51 aus. Gleichzeitig wird der Kompressionsdatenzähler 25 zum Zeitpunkt des Signals 55 hochgezählt. Der Kompressionsdatenzähler 25 wird in der gleichen Weise hochgezählt, wenn aufeinanderfolgende Daten übertragen werden.

Zu diesem Zeitpunkt wird, wenn der Zählwert der aufeinanderfolgenden Daten den vorgeschriebenen Wert (15 bei diesem Ausführungsbeispiel) erreicht hat, ein Signal 48 von dem Kompressionsdatenzähler 25 erzeugt, und die Kompressionssteuerschaltung 24 wählt den Eingang 0 der Wählschaltung 27 mittels des Wählsignals 54 und sendet zum Übertragungszeitpunkt gemäß dem Signal 51 die Kompressionsinformation 37 und 38 aus. Zur gleichen Zeit wird die Folgezählinformation 44 der Kompressionssteuerschaltung 24 auf 0 gesetzt, und die Kompressionsinformation 37 und 38 für aufeinanderfolgende Daten wird durch Iteration der obigen Operationen erzeugt. Sobald die Kompressionssteuerschaltung 24 erkannt hat, daß die Signalleitung 31 (CMP 23) ausgeschaltet ist, bevor der Kompressionsdatenzähler 25 den spezifizierten Wert erreicht hat, sendet sie die Kompressionsinformation 38 und 37 zu Beginn des nächsten Datenauslesevorgangs, in der selben Weise wie oben beschrieben, aus. Zu diesem Zeitpunkt befinden sich um ein Byte von den aufeinanderfolgenden Kompressionsobjektdaten verschiedene Daten im ersten Byte des Eingangspuffers 20, und deshalb bleibt die Folgezählinformation 44 der Kompressionssteuerschaltung 24 in dem Zustand, in dem sie den vollen Puffer 20 angibt. Außerdem werden die Signalleitungen 30, 31, 34 und 35 geprüft und die gleiche Operation, wie sie oben beschrieben wurde, wiederholt. Wenn über beide Signalleitungen 34 und 35 eine Ausgabe erfolgt, wählt die Wählschaltung 27 einen Eingang auf der Basis der Information auf der Signalleitung 30 (CMP 12) und der Signalleitung 31 (CMP 23) wie folgt. Wenn die Signale auf beiden Leitungen 30 und 31 ausgeschaltet sind, sind die mit der Kompressionsmarke übereinstimmenden Daten nur für ein Byte auf dem Bus 39 vorhanden, und deshalb gibt die Kompressionssteuerschaltung 24 ein Signal 52 aus, so daß die übergeordnete Einheit keine Daten sendet und wählt daraufhin den Eingang 2 der Wählschaltung 27 mittels des Wählsignals 54, gibt das Übertragungszeitsteuersignal 51 aus und schaltet das Signal auf der Leitung 52 aus. Dann empfängt die Kompressionssteuerschaltung 24 übertragene Daten zum Zeitpunkt des Empfangs der nächsten übertragenen Daten, wählt den Eingang 3 der Wählschaltung 27 und überträgt die Kompressionsinformation über den Bus 41, die die Anwesenheit von 1-Bytedaten, die mit der Kompressionsmarke übereinstimmen, angibt mittels des Übertragungszeitsignals 51. In der selben Weise wählt die Kompressionssteuerschaltung 24, wenn die Signalleitung 30 Ein-Zustand und die Signalleitung 31 Aus-Zustand annehmen, was die Anwesenheit von zwei mit der Kompressionsmarke übereinstimmenden Datenstücken angibt, den Eingang 2 der Wählschaltung 27 zeitlich synchron mit den nächsten übertragenen Daten zur Ausendung der Kompressionsmarke und wählt danach den Eingang 4, um die Kompressionsinformation auf dem Bus 42, die die Anwesenheit zweier mit der Kompressionsmarke übereinstimmender Daten darstellt, auszusenden.

Komprimierte Daten werden kontinuierlich durch dieselbe Operation erzeugt. Wenn die Übertragung der

Daten von der übergeordneten Einheit abgeschlossen ist, erzeugt letztere ein Datenstoppsignal 46. Auf dieses Signal hin erzeugt die Kompressionssteuerschaltung 24 ein Sub-Anforderungssignal 49, welches ein Schiebesignal für die Eingangspufferschaltung 20 ist, um in letzterer verbleibende Daten zu senden. Wenn alle Daten ausbleiben, was die vollständige Übertragung komprimierter Daten angibt, stellt das Signal 53 das Datenstoppsignal zur Beendigung des Kompressionsvorgangs dar.

Das Signal 47 wird erzeugt, wenn das System eine untergeordnete Einheit benötigt, um zeitweilig die Übertragung der Daten zu unterbrechen und die Kompressionssteuerschaltung 24 reagiert auf dieses Signal, indem sie die Operation in dem gerade vorhandenen Zustand anhält.

Das in Fig. 4 dargestellte Verfahren läßt sich auch in derselben Weise durchführen.

Fig. 9 zeigt eine Schaltungsanordnung einer erfindungsgemäßen Ausführungsart einer Datenkompressionsvorrichtung, die die Datenkompression des in Fig. 5 dargestellten Kombinationsverfahrens ausführt. Diese Schaltung ist im wesentlichen dieselbe wie die in Fig. 8, jedoch sind eine Kompressionsobjektdatensignalleitung 100, Signalleitungen 101 für den erhöhten Maximalwert des Zählwerts für die komprimierten Daten, ein Bus 102, der diesen Wert 1-Byte-weise überträgt und ein Bus 103, der 1-Byte-weise den Kompressionsdatencode überträgt zusätzlich vorgesehen. Das Verfahren läßt sich mit dieser Schaltung leicht durch geeignete Umschaltung des Wählsignals 54 durch die Kompressionssteuerschaltung 24, abhängig von der Differenz des Dictionary-Musters, zur Wahl einer entsprechenden Eingangsinformation durch die Wählschaltung 27 durchführen.

Fig. 10 zeigt ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Ausführungsart einer Datenrekonstruktionsschaltung. Sie führt die Rekonstruktion der Daten aus, die von der Datenkompressionsschaltung in Fig. 8 komprimiert wurden. Die in Fig. 10 dargestellte Datenrekonstruktionsschaltung speichert ausgelesene komprimierte Daten in einen Auslesedatenpuffer 60. Die komprimierten Daten werden vom Auslesepuffer 60 als Transferdaten ausgesendet und rekonstruiert und daraufhin als Transferdaten gesteuert von einer Rekonstruktionsssteuerschaltung 64 ausgegeben.

Zuerst wird die Arbeitsweise jedes Schaltungsteils beschrieben. Der Auslesedatenpuffer 60 holt die ausgelesenen komprimierten Daten und plziert das erste Byte dieser Daten auf einem Bus 72, der sie zu einer Kompressionsmarkenerfassungsschaltung 61, einer Wählschaltung 62 und einer Wählschaltung 66 überträgt. Das zweite Byte der Daten wird auf einen Bus 71 gelegt und zur Kompressionsmarkenerfassungsschaltung 61 und zur Wählschaltung 62 übertragen. Die Kompressionsmarkenerfassungsschaltung 61 decodiert Daten, die über den Bus 72 kommen in Vorwärtsleserichtung, und aktiviert im Falle der Kompressionsmarke die Signalleitung 70, die der Rekonstruktionsssteuerschaltung 64 angibt, daß das Dictionary-Muster 4 im Auslesedatenpuffer 60 gehalten wird und hält gleichzeitig vorübergehend den Datenauslesevorgang an, während sie zum Rekonstruktionssvorgang übergeht. Die Wählschaltung 62 prüft die Datenausleserichtung, und wählt, wenn das Dictionary-Muster im Auslesedatenpuffer 60 enthalten ist, Bytes, die den Kompressionsdatencode 1 und den Kompressionsdatenzählwert 2 enthalten und sendet sie über einen Bus 74 aus. Ein Decodierer 63 decodiert den Kompressionsdatencode 1 in den auf den Bus 74 geleg-

ten Daten, wie sie die Wählschaltung 62 zur Rekonstruktion nur eines Bytes gewählt hat, setzt dieses eine Byte in einen internen Pufferspeicher und gibt diese zwischengespeicherten rekonstruierten Daten über den Bus 73 aus. Ein Rekonstruktionszähler 65 holt sich den Kompressionsdatenzählwert 2 vom Bus 74 synchron mit dem Ladesignal 77 von der Rekonstruktionssteuerschaltung 64, zählt den Wert synchron mit einem Ausgabezeitsteuersignal 78 in den rekonstruierten Daten herunter, und aktiviert, wenn der Zählwert Null erreicht hat, die Signalleitung 75, die das Ende des Rekonstruktionsvorgangs für die komprimierten Daten der Rekonstruktionssteuerschaltung 64 mitteilt. Die Wählschaltung 66 arbeitet in Übereinstimmung mit einem Wählsignal 76 von der Rekonstruktionssteuerschaltung 64 und gibt Daten auf dem Bus 72 aus, wenn das erste Byte im Auslesepuffer 60 ein nicht-komprimiertes Datum 5 ist, oder sie gibt nur den Kompressionsdatenzählwert in den Daten, der von dem Decodierer 63 rekonstruiert wurde und der über den Bus 73 an der Wählschaltung 66 anliegt, aus. Die Rekonstruktionssteuerschaltung 64 erfährt durch ein über eine Signalleitung 70 ankommendes Signal, ob die Daten, die im Auslesedatenpuffer 60 stehen, ein Dictionary-Muster oder nicht-komprimierte Daten sind. Im Falle nicht-komprimierter Daten wählt die Rekonstruktionssteuerschaltung 64 mittels des Wählsignals 76 die Daten auf dem Bus 72 und gibt außerdem ein Übernahmesignal 78 aus, das die Gültigkeit der auf dem Bus 79 ausgegebenen Daten angibt. Im Falle die im Auslesedatenpuffer 60 gespeicherten Daten ein Dictionary-Muster 4 darstellen, geht die Rekonstruktionssteuerschaltung 64 in die Rekonstruktionsoperation über. Diese beginnt, indem die Rekonstruktionssteuerschaltung 64 über eine Signalleitung 70 erfährt, daß die Daten im Auslesedatenpuffer 60 ein Dictionary-Muster darstellen, woraufhin die Rekonstruktionssteuerschaltung 64 eine Signalleitung 80 aktiviert und die Datenübertragung damit anhält. Zu diesem Zeitpunkt ist der Kompressionsdatencode 1, der bereits von der Wählschaltung 62 gewählt wurde, im Decodierer 63 nach Übertragung über den Bus 74 vorhanden. Gleichzeitig liegt der Kompressionsdatenzählwert 2 im Rekonstruktionszähler 65 vor, nachdem er ebenfalls über den Bus 74 übertragen wurde. Die Rekonstruktionssteuerschaltung 64 aktiviert ein Datenverriegelungssignal für rekonstruierte Daten auf einer Signalleitung 81 und über eine Signalleitung 77 ein Ladesignal für den Rekonstruktionszählwert um die rekonstruierten Daten zu verriegeln und gleichzeitig den Kompressionsdatenzählwert zu laden. Vom Beginn der Rekonstruktionsoperation bis zu diesem Zeitpunkt bleibt das Ausgangsdatenübernahmesignal auf der Leitung 78 inaktiv. Nach diesen Vorbereitungen aktiviert die Rekonstruktionssteuerschaltung 64 das Ausgangsdatenübernahmesignal 78 um damit die Ausgabe über den Bus 73 mittels des Wählsignals 76 zu wählen. Gleichzeitig beginnt der Rekonstruktionszähler 65 synchron mit dem Ausgangsdatenübernahmesignal 78 herunterzuzählen. Nachdem Teile der rekonstruierten Daten mit dem Kompressionsdatenzählwert gleicher Anzahl ausgegeben wurden, wird der Rekonstruktionszähler 65 zurückgesetzt, und die Signalleitung 75 aktiviert und teilt der Rekonstruktionssteuerschaltung 64 mit, daß die Rekonstruktion des Dictionary-Musters im Auslesedatenpuffer 60 ausgeführt ist. Nachdem die Folge der Rekonstruktionsoperationen beendet ist, deaktiviert die Rekonstruktionssteuerschaltung 64 das Datenübertragungssignal auf der Leitung 80 und liest daraufhin

die nächsten Daten aus. Diese Operationen werden wiederholt. Infolgedessen werden Daten, die sowohl komprimierte als auch nicht-komprimierte Datenteile enthalten, in das Originalformat rekonstruiert. Über eine Signalleitung 82 sendet die Rekonstruktionssteuerschaltung 64 ein Rekonstruktionsendesignal aus, das angibt, daß sämtliche Daten rekonstruiert sind. Eine Signalleitung 83 überträgt ein Sub-Anforderungssignal, um verbleibende Daten am Schluß aus dem Auslesedatenpuffer herauszuholen. Eine Signalleitung 84 überträgt ein Anforderungssignal, das angibt, daß die komprimierten Daten angekommen sind. Eine Signalleitung 85 überträgt ein Stoppsignal, das das Ende der Übertragung sämtlicher Daten angibt, während eine Signalleitung 86 ein Anforderungssignal zum Anhalten der Rekonstruktion der Daten von einer untergeordneten Einheit überträgt.

Eine Datenrekonstruktion in umgekehrter Richtung ist ebenfalls in der selben Weise durchführbar, indem das Rückwärtssignal aktiviert wird und die Beurteilungsposition für die Kompressionsmarke umgeschaltet wird. In gleicher Weise ist durch eine ähnliche Schaltung eine Rekonstruktion von Dictionary-Mustern im 3-Byte-Format und ebenfalls im 2-3-Byte-Format möglich.

- Leerseite -

• Nummer: 37 42 098
 Int. Cl.4: H 03 M 7/46
 Anmeldetag: 11. Dezember 1987
 Offenlegungstag: 23. Juni 1988

NACHGEFICHT

FIG. 1

3742098

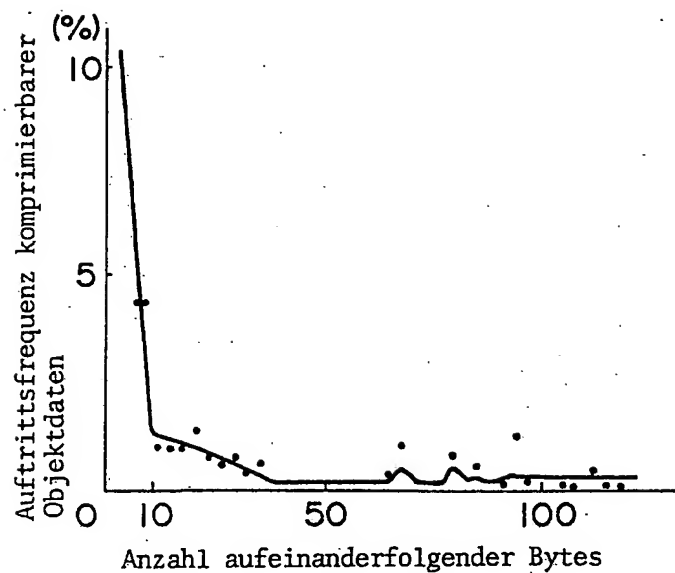
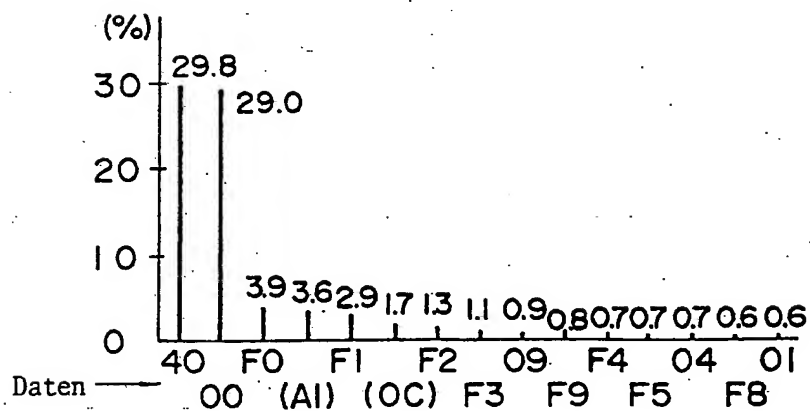


FIG. 2



NAOMI E. POTT

3742098

FIG. 3

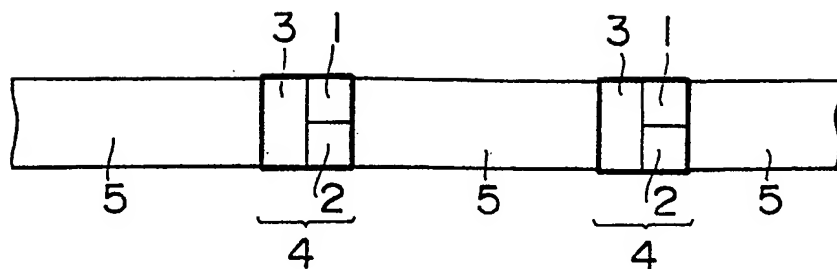


FIG. 4

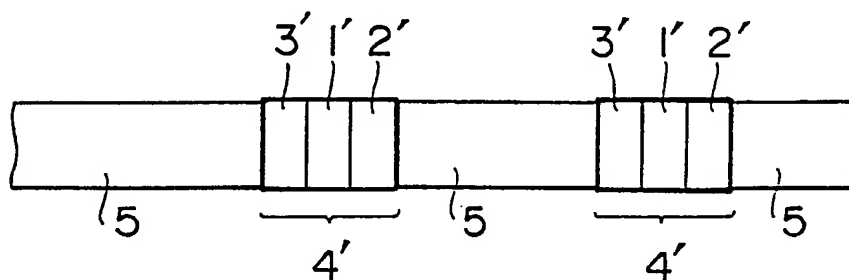
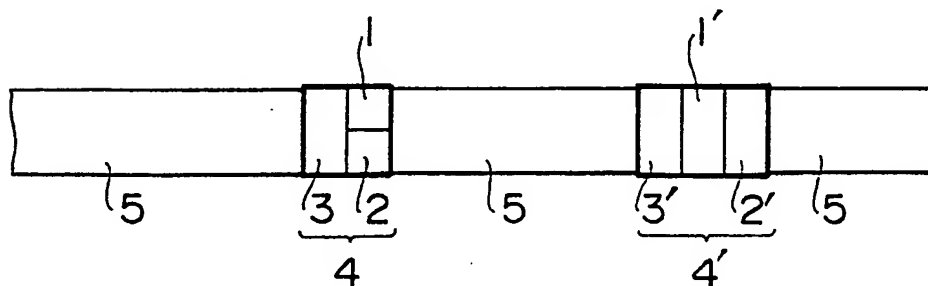


FIG. 5



NACHGERECHT

FIG. 6

3742098

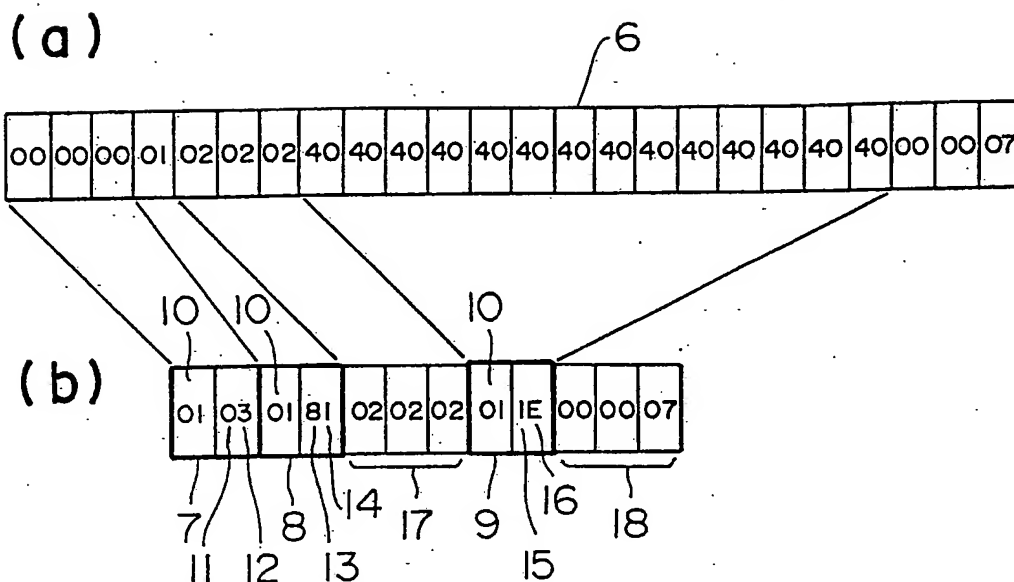


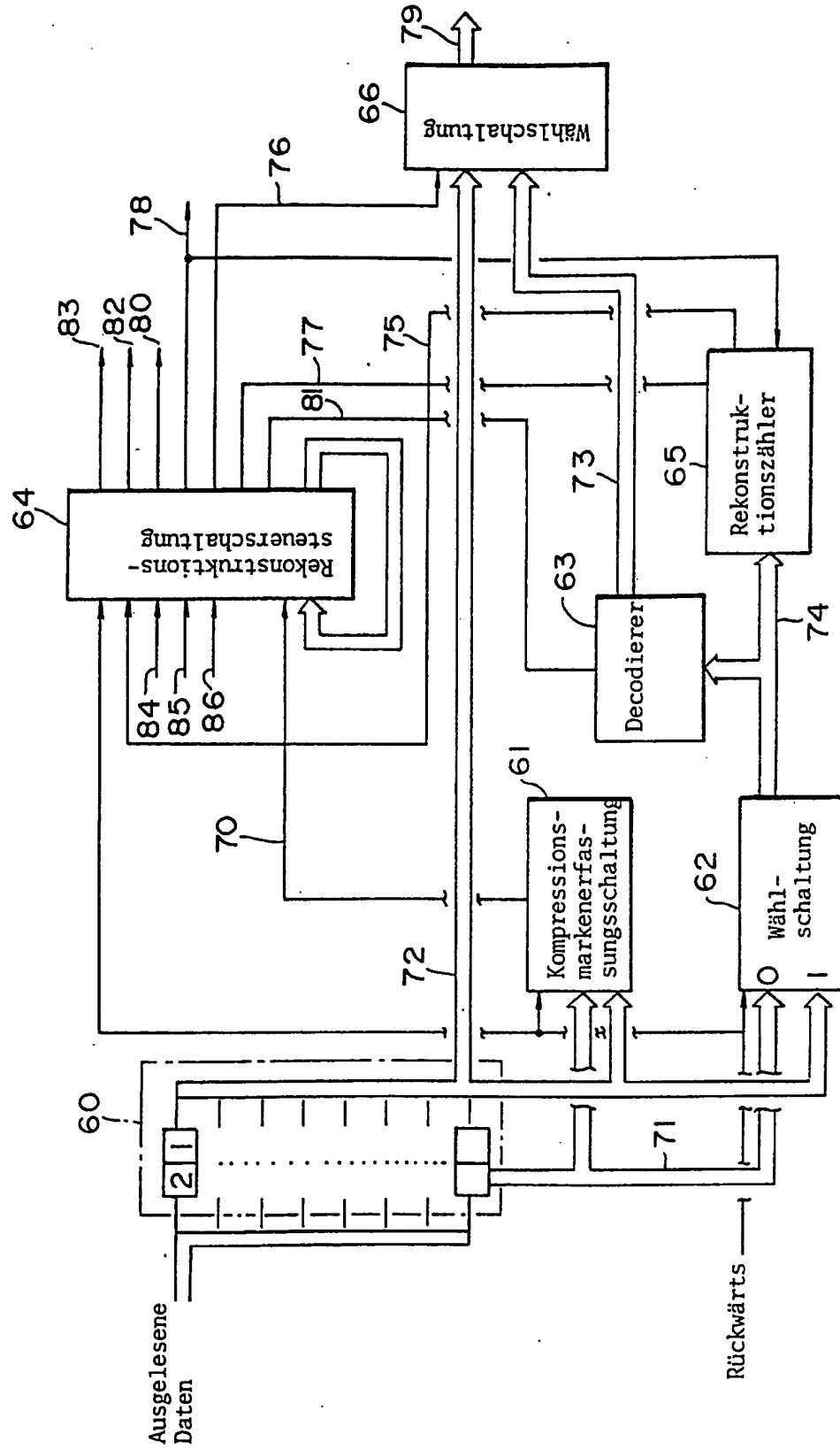
FIG. 7

Kompressionsdaten- code		zu komprimieren- de Daten
B I N	HEX	
0 0 0 0	0	0 0
0 0 0 1	1	4 0
0 0 1 0	2	F 0
0 0 1 1	3	F 1
0 1 0 0	4	F 9
0 1 0 1	5	F 2
0 1 1 0	6	F F
0 1 1 1	7	9 9
1 0 0 0	8	0 1
1 0 0 1	9	F 3
1 0 1 0	A	F 4
1 0 1 1	B	A 1
1 1 0 0	C	4 B
1 1 0 1	D	0 4
1 1 1 0	E	A 2
1 1 1 1	F	4 4

3742098

ORIGINAL INSPECTED

FIG. 10



ORIGINAL INSPECTED